



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

MÁRCIO JOSÉ MIRANDA SANTOS

**APROVEITAMENTO DO LÍQUIDO DA CASCA DO COCO VERDE (LCCV) NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATEIRO**

São Cristóvão – SE

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

**APROVEITAMENTO DO LÍQUIDO DA CASCA DO COCO VERDE (LCCV) NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATEIRO**

Autor: Márcio José Miranda Santos

Orientador: Prof. Dr. José Jailton Marques

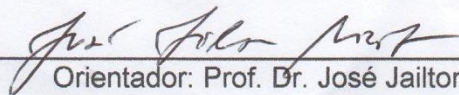
Coorientadora: Dra. Viviane Talamini

Trabalho final apresentado ao
Departamento de Engenharia
Ambiental da Universidade Federal de
Sergipe, como parte integrante dos
requisitos para obtenção de título de
Bacharel em Engenharia Ambiental e
Sanitária.

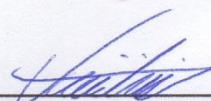
São Cristóvão – SE

2019

Trabalho apresentado e aprovado em 03 de abril de 2019 pelo Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Sergipe para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

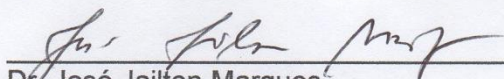


Orientador: Prof. Dr. José Jailton Marques
DEAM/CCET/UFS

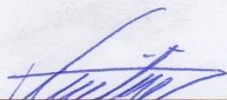


Coorientadora: Dra. Viviane Talamini
Embrapa Tabuleiros Costeiros

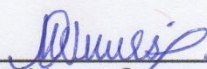
BANCA EXAMINADORA



Dr. José Jailton Marques
DEAM/CCET/UFS



Dra. Viviane Talamini
Embrapa Tabuleiros Costeiros



Dra. Maria Urbana Corrêa Nunes
Embrapa Tabuleiros Costeiros

Aproveitamento do Líquido da Casca do Coco Verde (LCCV) na Produção de Mudas de Tomateiro.

RESUMO

O Brasil é o quarto maior produtor de coco verde do mundo, produzindo mais de 2 bilhões de unidades por ano. Devido ao seu alto consumo como fonte de água, surge o problema da destinação final da casca. Várias pesquisas estão sendo desenvolvidas com esse resíduo, destacando-se: substratos, compensados, produção de etanol etc. O processamento da casca gera um outro resíduo: o Líquido da Casca do Coco Verde (LCCV). Considerando-se a escassez de informações acerca do tema, é preponderante pesquisar sobre a influência deste resíduo no desenvolvimento de mudas, prevendo dar destino final e apropriado para o LCCV, como uso no aporte de nutrientes, por exemplo, em cultivos agrícolas. Diante destas colocações, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes concentrações do LCCV sobre a germinação e o desenvolvimento do tomateiro cultivar San Marzano (*Solanum lycopersicum*). Para tanto, foram conduzidos dois experimentos: no experimento 1 foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso com quatro tratamentos relacionados a concentrações do LCCV, como segue: 100%, 50%, 25% e 0%, e cinco repetições. Foram realizadas oito aplicações com volumes de 10 mL de LCCV de cada concentração ao longo do experimento. Os resultados demonstraram que a aplicação de maiores concentrações de LCCV afetou negativamente o crescimento das mudas e sua massa em mais de 50% quando comparado ao controle, enquanto que o tratamento com 25% de LCCV obteve altura próxima ao controle e conseguiu efeito positivo na massa aérea e na massa da raiz. Pela análise de regressão, foi possível verificar que a concentração de 11% de LCCV promoveu maior desenvolvimento na altura das mudas, e a concentração de 19% desenvolveu mais as raízes. No experimento 2, as mudas que já tinham 21 dias após a semeadura, foram organizadas inteiramente ao acaso, com dois tratamentos relacionados a concentrações do LCCV, como segue: 100% e 0%, e cinco repetições. Foram realizadas quatro aplicações com volumes 10mL de LCCV de cada concentração. O tratamento com 100% de LCCV obteve 77%, 16% e 22% do controle para a APA, MAF e MRF, respectivamente.

Palavras-chave: LCCV, aproveitamento, *solanum lycopersicum*.

INTRODUÇÃO

O *Cocos nucifera*, popularmente conhecido como coqueiro, pertence à família *Arecaceae* (SIQUEIRA; ARAGÃO; TUPINAMBÁ, 2002). Sua origem é comumente associada ao sudeste da Ásia (SANTOS, 2016) e a partir daí se disseminou para as zonas costeiras tropicais do globo terrestre, por meio de mecanismos que possibilitaram sua travessia oceânica (BATUGAL; RAO; OLIVER, 2005), bem como através de ações antrópicas num passado mais recente (GUNN; BAUDOUIN; OLSEN 2011).

Em decorrência de sua origem, as maiores produções anuais desta cultura estão localizadas em países asiáticos, sendo eles: Indonésia, Filipinas e Índia, com produções de 17.722.429 t, 13.825.080 t, 11.127.898 t, respectivamente. O Brasil aparece em quarto no *ranking* mundial com 2.649.246 t, seguido de perto pelo Sri Lanka, com 2.520.095 t (FAO, 2016). É importante ressaltar que, quando o produto avaliado é a água de coco, o Brasil é líder mundial.

O coqueiro foi trazido ao Brasil em meados 1550, mais precisamente para o estado da Bahia (SIQUEIRA; ARAGÃO; TUPINAMBÁ, 2002), espalhando-se em seguida para o restante do litoral nordestino (MARTINS & JESUS, 2014). Atualmente, os maiores produtores do Brasil são: Bahia, Ceará, Sergipe, Pará e Pernambuco, com 522.500.000, 263.027.000, 230.646.000, 178.380.000 e 129.865.000 frutos por ano, respectivamente (IBGE, 2017).

Basicamente, todas as partes do coqueiro podem ser aproveitadas para inúmeros fins, dentre eles: a alimentação, como palmito, água e polpa do coco, que serve de alimento *in natura* ou para a conversão em leite; o óleo, através do processamento da copra; a construção, por meio da utilização de troncos; em artesanato, onde a fibra é usada para a criação de tapetes; na adubação, pelo beneficiamento da casca; como combustível e para fins medicinais (BATUGAL et al., 2005).

Com uma grande produção anual de coco verde no Brasil, principalmente para o aproveitamento da água, a maior parte do resíduo sólido gerado por meio da casca do fruto não é aproveitado e surge o problema da destinação final do mesmo. Cerca de 80% a 85% do volume do fruto corresponde apenas à casca, gerando milhões de toneladas de casca/ano (EMBRAPA, 2012). Esse impressionante volume

de casca gera um resíduo, comumente destinado para aterros sanitários, diminuindo consideravelmente sua vida útil, ou seguem mesmo para o descarte inadequado na natureza, provocando liberação de gases de efeito estufa (GEE), criando focos de vetores transmissores de doenças e afetando a paisagem urbana (MATTOS et al., 2007).

A fim de obter uma destinação final ambientalmente correta e otimizar os lucros na produção de coco verde, a Embrapa, em parceria com a metalúrgica Fortalmag, desenvolveu a tecnologia para o processamento da casca do coco verde (CCV), transformando-o em pó e fibra. Este processo subdivide-se em três etapas principais: a trituração, onde as cascas são introduzidas na máquina e posteriormente cortadas por um moinho de facas; a prensagem, que retira a umidade da CCV, equivalente a 80% da massa total; e a seleção, em que a máquina faz a própria separação do pó e da fibra, com cerca de 70% e 30%, respectivamente (MATTOS et al., 2007). Vale ressaltar que esse processo comumente é realizado em empresas que realizam o beneficiamento de coco ou por outras empresas, através do mecanismo de logística reversa, ramo da logística convencional que administra informações visando o regresso do produto pós-venda e pós-consumo ao meio de produção através da distribuição reversa, contribuindo positivamente com os setores econômico e ambiental, com a imagem empresarial etc (LEITE, 2005).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010, determina que os grandes geradores são responsáveis pelo resíduo gerado, devendo sempre procurar sua redução. O resíduo do coco está inteiramente ligado à sua produção. Dessa forma, não é possível promover a redução neste elo da cadeia produtiva, entrando em questão outro instrumento expresso nesta lei: a reciclagem, definida como o procedimento de alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas dos resíduos gerados, a fim de gerar matérias-primas ou novos produtos.

No processo de remoção da umidade da CCV surge um resíduo denominado líquido da casca do coco verde (LCCV), um efluente com alta concentração de matéria orgânica, taninos e salinidade (LEITÃO, et al., 2010), além de possuir açúcares, cátions (cálcio, magnésio, potássio e sódio) e ânions (cloreto, bicarbonato e sulfato) (MATTOS et al., 2007).

Um dos parâmetros mais utilizados para expressar poluição orgânica em um ambiente aquático é a demanda bioquímica de oxigênio, que é definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente no meio (FUNASA, 2014). A DBO do LCCV é da ordem de 41,2 g/L (ARAÚJO, 2008), podendo atingir valores de até 70,72 g/L (TEXEIRA, 2007), superando efluentes com DBOs tidas como altas, a exemplos da vinhaça e das águas residuais de matadouro e laticínios, logo é necessário um tratamento adequado de remoção de carga orgânica, caso esse resíduo seja descartado.

Em condições normais, os fenóis comuns não apresentam toxicidade em plantas, exceto os taninos, que são metabólitos secundários com habilidade de precipitar proteína em meio aquoso, podendo transitar entre 500 e 3000 Da. Os taninos interagem com as proteínas por meio de ligações de hidrogênio e hidrofóbicas, quando não estão oxidados e, em contrapartida, se decompõem em quinonas, através de ligações covalentes, quando oxidados (NOZELLA, 2001). Eles podem apresentar toxidade devido à sua grande massa molar ou mesmo pela facilidade em complexar íons metálicos (MONTEIRO; ALBUQUERQUE; ARAÚJO, 2005).

O LCCV apresenta uma série de outros parâmetros (Quadro 1) em quantidades significativas e que devem ser bem compreendidos para uma correta utilização desse resíduo em outros processos ou para um descarte adequado.

Diante da riqueza de nutrientes que caracteriza o LCCV, é notória sua capacidade de servir de insumo para outras aplicações. Teixeira (2007) alcançou uma eficiência de 98% na fermentação alcoólica com LCCV e açúcar. O LCCV também pode ser convertido em biocelulose, para aplicação na medicina e na indústria de embalagens (REMADE, 2011).

Quadro 1: Caracterização físico-química do LCCV

Parâmetro	Concentração	Unidade
pH	4,65	-
Condutividade Elétrica	4,91	$g.L^{-1}$
Sólidos Suspensos Totais	17,97	$g.L^{-1}$
Sólidos Dissolvidos Totais	40,72	$g.L^{-1}$
DQO	81,48	$g.L^{-1}$
DBO5	70,72	$g.L^{-1}$
Açúcares Redutores Totais	42,67	$g.L^{-1}$
Fenólicos Totais	8,08	$g.L^{-1}$
Taninos Condensados	2,73	$g.L^{-1}$
Nitrogênio Orgânico	475,63	$mgN.L^{-1}$
Proteína	2,97	$g.L^{-1}$
Amônia Total	127,4	$mgN.L^{-1}$
Nitrito	1,54	$mgN.L^{-1}$
Nitrato	28,38	$mgN.L^{-1}$
Fósforo Total	144,23	$mg.L^{-1}$
Potássio	4.245,00	$mg.L^{-1}$
Sódio	900,00	$mg.L^{-1}$
Magnésio	471,42	$mg.L^{-1}$
Cálcio	226,92	$mg.L^{-1}$
Fósforo	306,45	$mg.L^{-1}$
Enxofre	111,52	$mg.L^{-1}$
Ferro	67,23	$mg.L^{-1}$
Zinco	10,52	$mg.L^{-1}$
Manganês	1,60	$mg.L^{-1}$

Fonte: TEIXEIRA, 2007.

Alguns estudos já estão sendo desenvolvidos para testar o efeito fungicida do LCCV (EMBRAPA, dados não publicados) e também se busca a possibilidade de usar este resíduo como fertilizante. Pouco se sabe sobre o efeito do LCCV para uso na aplicação direta em culturas agrícolas.

Com a execução deste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito do LCCV na germinação de sementes e no desenvolvimento de mudas de tomateiro (*Solanum lycopersicum*), através de uma série de variáveis preponderantes para o campo de estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos em casa de vegetação no período de junho e julho de 2018, na Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), unidade Tabuleiros Costeiros, situada na Avenida Beira Mar, 3250, Jardins, Aracaju - SE, com coordenadas 10°57'3.74"S 37°3'7.409"W.

Para o cultivo do tomateiro, o substrato utilizado resultou de uma mistura composta por 70% de composto orgânico, formado por esterco, pó de coco, casca de coco triturada e folha de coqueiro e mais 30% de pó de casca de coco verde, (v/v).

Com relação à manutenção da umidade do substrato, este foi mantido em 50% de sua capacidade de campo, que o limite máximo em que o substrato consegue reter água. Foram utilizadas técnicas propostas no Manual de Métodos de Análises de solo (EMBRAPA, 2011).

Experimento 1 – Efeito do LCCV sobre a germinação e crescimento de mudas de tomate

Foram colocados 150 mL do substrato em cada recipiente plástico contendo quatros furos cada, para evitar retenção da água durante o processo de irrigação. Em cada recipiente foi realizado o plantio de três sementes de tomate San Marzano, na profundidade de 0,5 cm, a partir da superfície.

O experimento foi instalado no delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram quatro concentrações do LCCV: 100%, 50%, 25% e 0%. Suspensões com volume padrão de 10 mL nas respectivas concentrações foram irrigados sobre os recipientes logo

após a semeadura de tomate e repetidas duas vezes por semana até o 24º dia após a semeadura, totalizando oito aplicações.

A reposição da água foi feita nos dias que não houve aplicação de LCCV. Nesse caso, a irrigação foi realizada com a utilização de pipeta automática, com volumes iguais (10 mL) para todos os tratamentos ao longo dos 31 dias de experimento.

A temperatura máxima, média e mínima, bem como a umidade relativa do ar foram monitoradas diariamente no interior da casa-de-vegetação utilizando um termo- higrômetro. Os dados médios referentes às condições climáticas observadas no decorrer deste experimento estão expostos na Figura 1 e apresentaram valores acima média ideal para o cultivo, que deve variar entre 20° e 25°C pelo dia e entre 11° e 18°C pela noite (INCAPER, 2010)

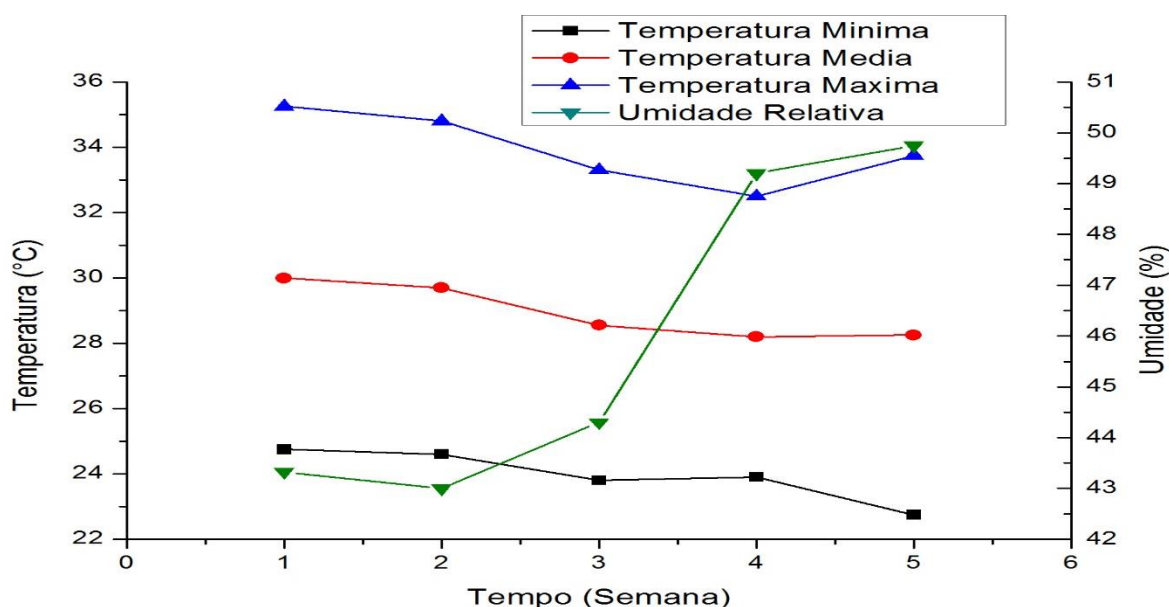


Figura 1 – Médias semanais de temperatura mínima, temperatura média, temperatura máxima e umidade relativa do ar

No 16º dia foi realizado o desbaste, deixando apenas uma muda por recipiente. Uma das variáveis avaliadas, foi a altura das mudas, medida com régua graduada. As medições ocorreram no 16º, 23º e 31º dia a partir do plantio das sementes, avaliando desde o nível do substrato até sua gema apical.

Após o 31º dia, as mudas foram cortadas e foi medida sua massa fresca da parte aérea em balança analítica e as raízes foram peneiradas e lavadas para a retirada do substrato, e, posteriormente foram secas em temperatura ambiente, e

então, sua massa fresca foi medida. Em seguida, para obtenção da massa seca das raízes e parte aérea, as amostras foram secas em estufa, à 40°C, até peso constante.

Ao final do experimento, o substrato de cada tratamento foi coletado e, no laboratório de solos da Embrapa Tabuleiros Costeiros, foram feitas análises de pH, teores de carbono, nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio, magnésio, sódio, ferro, cobre, boro e zinco.

Experimento 2 – Efeito do LCCV em mudas de tomate a partir de 22 dias após a semeadura

Paralelamente ao experimento anterior, conduziu-se um segundo experimento para determinar a influência do LCCV em mudas com 22 dias após a semeadura.

O experimento foi realizado no delineamento inteiramente ao acaso com dois tratamentos (100% e 0% de LCCV), com cinco repetições. Cada repetição foi composta por um vaso com uma muda. As mudas foram regadas apenas com água até 21 DAS e, a partir desse momento, foram aplicados 10 mL de LCCV a 100% e a 0% durante 10 dias, totalizando quatro aplicações. O experimento seguiu com a aplicação de 10 mL de água nos dias que não foram aplicados LCCV.

A altura das mudas foi mensurada com régua graduada ao longo do experimento. Após 39 dias da semeadura, as mesmas tiveram as massas fresca e seca da parte aérea e da raiz determinadas usando a mesma metodologia do experimento 1.

Análises estatísticas

Foi aplicado o teste Q de Cochran para verificar se alguma das repetições analisadas destoava das demais amostras de seu respectivo tratamento. O desvio padrão também foi avaliado.

As variáveis altura da muda, massas de matéria fresca e seca da parte aérea e das raízes foram analisadas em cada experimento no 31º dia após a semeadura, utilizando o programa *OriginPro 8*, por meio da análise de regressão cúbica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1

O LCCV afetou a taxa de germinação de sementes na primeira avaliação (08 DAS) somente no tratamento 100% (Tabela 1). Na segunda avaliação, todos os tratamentos tiveram uma taxa de germinação superior aos 70%, que é a média nacional de germinação de tomates (CASTELLANE; NICOLOSI; HASEGAWA, 1990).

Tabela 1 – Dados da taxa de germinação de sementes de tomateiros com 08 e 15 dias após a semeadura.

Tratamento de LCCV (%)	Taxa de germinação (%)	
	08 dias	15 dias
0	100,00	100,00
25	86,67	93,33
50	100,00	100,00
100	60,00	86,67

As mudas apresentaram crescimento médio em altura aos 31 dias após a semeadura (DAS) de 31,2; 55,2; 73,0 e 73,6 mm nas concentrações de 100%, 50%, 25% e 0% de LCCV, respectivamente, evidenciando efeito negativo do LCCV em altas concentrações (Tabela 2). Através do teste Q, com nível de confiança de 95%, foi descartada uma das cinco repetições do tratamento “100% de LCCV”, para as análises estatísticas, pois a mesma apresentou valores bem abaixo das demais.

Tabela 2 – Dados médios da altura da parte aérea (APA) e respectivos desvios padrões

Concentração de LCCV (%)	Altura da parte aérea (mm)		
	16 dias	23 dias	31 dias
0	46,0 \pm 5,6	58,6 \pm 4,5	73,6 \pm 5,1
25	41,4 \pm 5,0	54,2 \pm 2,9	73,0 \pm 7,6

50	33,2 \pm 4,1	46,6 \pm 6,9	55,2 \pm 2,9
100	20,6 \pm 2,2	26,2 \pm 1,4	31,2 \pm 1,7

O tratamento com 25% de LCCV obteve 99,18% da altura em relação ao controle. Já os tratamentos 50% e 100% foram afetados pelo LCCV, atingindo 75,00% e 42,39%, respectivamente, em relação à altura média do controle (Figura 2).



Figura 2 – Tomateiros em 31 dias após a semeadura (DAS) organizados de cima para baixo com uma concentração de LCCV por linha, iniciando em 0%, 25%, 50% e 100%, respectivamente.

A equação mais representativa para descrever o comportamento das amostras em concentrações de LCCV não avaliadas foi encontrada através de regressão não linear realizada com o *software OriginPro 8*, com ajuste polinomial cúbico, obtendo R^2 (coeficiente de determinação) igual a 0,99684, o que implica que o modelo apresenta 99,819% de probabilidade de ser explicado. A curva de crescimento das mudas de tomate, nas diferentes concentrações de LCCV, está expressa na Figura 3.

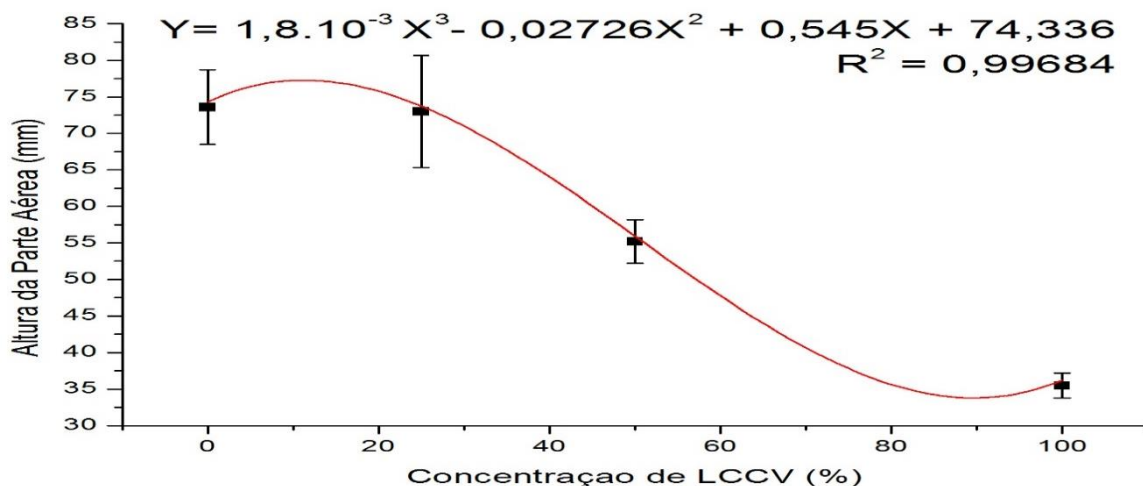


Figura 3 - Altura da parte aérea (APA) de mudas de tomateiro em 31 dias após a semeadura (DAS), em diferentes concentrações do líquido da casca do coco verde (LCCV), com seus respectivos desvios padrões.

O mesmo *software* revelou um valor ótimo de 11,11% de LCCV, atingindo 77,27 mm de altura em 31 DAS. Matias et al. (2017) encontraram resultados semelhantes ao avaliarem o efeito do líquido da castanha de caju (LCC) em plântulas de tomateiro com 10 DAS. No controle, as plântulas tiveram tamanho de 31,5 mm, atingiram seu tamanho máximo com aplicação de 10%, chegando a 36,6 mm, onde começou a decair, alcançando 25,4 mm na concentração máxima aplicada (20%), o que resultou numa curva dose-resposta semelhante a este trabalho quando comparadas as mesmas concentrações.

Podemos observar que, até a concentração 25% de LCCV, o efeito do LCCV pode ser tratado como positivo, pois não causou inibição no crescimento da espécie analisada, e, segundo o modelo, ainda terá efeito benéfico em concentrações mais baixas.

A Tabela 3 apresenta os dados referentes às massas medidas ao fim do experimento. O tratamento de 25% foi superior na massa aérea fresca (MAF), massa aérea seca (MAS), massa da raiz fresca (MRF) e massa da raiz seca (MRS), seguido pelo controle. O tratamento a 50% apresentou valores pouco inferior do controle na MAF e MAS, enquanto que o tratamento com 100% de LCCV teve desempenho bem abaixo, como já era esperado, face aos dados anteriores.

Tabela 3 – Dados médios para a massa aérea fresca (MAF), massa aérea seca (MAS), massa da raiz fresca (MRF) e massa da raiz seca (MRS), em gramas

(desvio padrão) aos 31 dias após a semeadura (DAS).

Concentração de LCCV (%)	MAF (g)	MAS (g)	MRF (g)	MRS (g)	MAF/APA (10^{-3})
0	0,6525 \pm 0,1071	0,0553 \pm 0,0102	0,1117 \pm 0,0577	0,0161 \pm 0,0055	8,86
25	0,8565 \pm 0,1688	0,0744 \pm 0,0155	0,1492 \pm 0,0571	0,0185 \pm 0,0048	11,73
50	0,5644 \pm 0,1096	0,0473 \pm 0,0094	0,0696 \pm 0,0277	0,0089 \pm 0,0027	10,22
100	0,1998 \pm 0,0513	0,0159 \pm 0,0072	0,0135 \pm 0,0047	0,0031 \pm 0,0007	6,4

A concentração de 25% foi a que apresentou o melhor desempenho dos tratamentos aplicados em laboratório, quando avaliada a MAF (0,8565 g), seguida pelas concentrações de 0%, 50% e 100%, com valores de 0,6525 g, 0,5644 g e 0,1998 g, respectivamente (Figura 4).

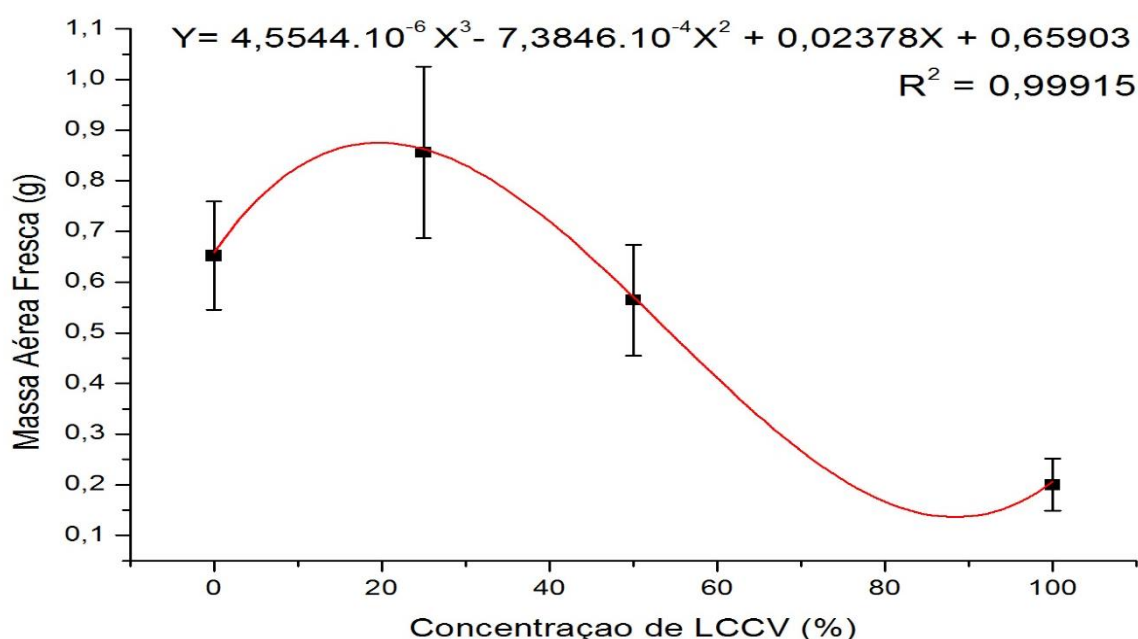


Figura 4 – Massa aérea fresca (MAF) de mudas de tomateiro desbastados em 31 dias após a semeadura (DAS), em diferentes concentrações do líquido da casca do coco verde (LCCV), com seus respectivos desvios padrões

Após a regressão realizada com o auxílio do *software*, foi estimado o ponto ótimo para a MAF, cujo valor foi 19,19% de LCCV, que deve produzir 0,8755 g. Houve um aumento de 31,12% no tratamento a 25% em relação ao controle. O

tratamento a 50% correspondeu a 86,49% e o tratamento a 100% resultou em 30,62% do valor do controle.

A MAS apresentou maior valor na concentração a 25% (0,0744 g), seguido por 0% (0,0553 g), 50% (0,0473 g) e 100% (0,0159 g). A Figura 5 mostra o comportamento da curva.

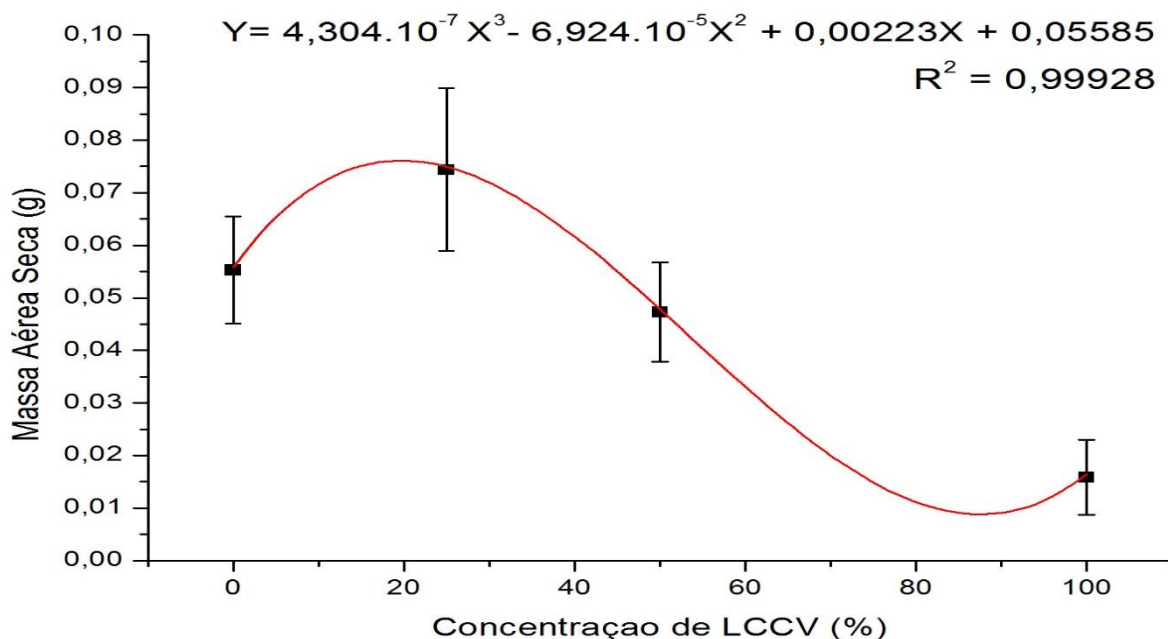


Figura 5 – Projeção da massa aérea seca (MAS) de mudas de tomateiro desbastados em 31 dias após a semeadura (DAS), em diferentes concentrações do líquido da casca do coco verde (LCCV), com seus respectivos desvios padrões.

A projeção indicou maior quantidade de MAS em 20,20%, com 0,0761 g. Fica claro o impacto do LCCV quando aplicado em altas concentrações, o tratamento a 25% apresentou acréscimo de 34,54% em relação ao controle, porém, atingiu apenas 85,53% com 50% de LCCV e 28,75% quando lançado *in natura*.

A análise das massas traz um resultado bem mais fidedigno do efeito causado, que as avaliações das alturas das mudas, pois diminui consideravelmente o erro humano em decorrência de medições, por exemplo. Expressar os resultados em termos de massa torna sua representatividade mais verdadeira, pois independe da subjetividade do analista (VANZOLINI et al., 2007).

Analisando-se a relação MAF/APA pode-se observar que a área foliar das mudas teve melhor desenvolvimento na concentração de 25% de LCCV que no controle, visto que as duas têm as mesmas médias de alturas e diferentes médias

de massas, o que resulta em tamanhos de caules semelhantes e área foliar superior no tratamento com 25% de LCCV.

Para a MRF (Tabela 3), o tratamento a 25% apareceu novamente como o mais vantajoso, com média de 0,1492 g, enquanto que o tratamento a 0% produziu 0,1117 g, seguido pelos tratamentos a 50% (com 0,0696 g) e a 100% (com 0,0135 g). Na Figura 6 é possível observar o desenvolvimento final das raízes frescas.



Figura 6 – Raízes frescas de mudas de tomateiros 31 dias após a semeadura (DAS), organizados de cima para baixo com uma concentração de LCCV por linha, iniciando em 0%, 25%, 50% e 100%, respectivamente.

As médias de MRF (Tabela 3), indicam um incremento de 33,57% para o tratamento com 25% de LCCV em relação ao controle, enquanto que o tratamento a 50% produziu 85,55% e o tratamento a 100% alcançou apenas 12,09% do controle. A regressão indicou que em 17,17% de LCCV situa-se o ponto ótimo, correspondente a uma MRF de 0,1565 g (Figura 7).

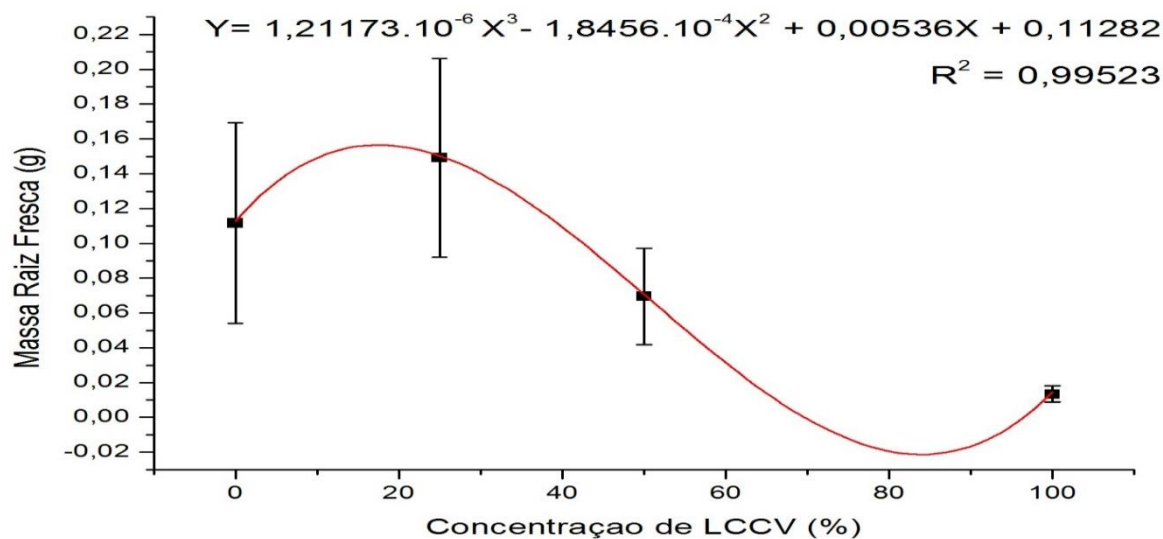


Figura 7 – Massa da raiz fresca (MRF) de mudas de tomateiro 31 dias após a semeadura (DAS), em diferentes concentrações do líquido da casca do coco verde (LCCV), com seus respectivos desvios padrões

A MRS apresentou melhor comportamento no tratamento com 25% de LCCV, atingindo 0,0161 g, seguido dos tratamentos a 0% (com 0,0161 g), a 50% (com 0,0089 g) e a 100% (com 0,0031 g) (Figura 8).

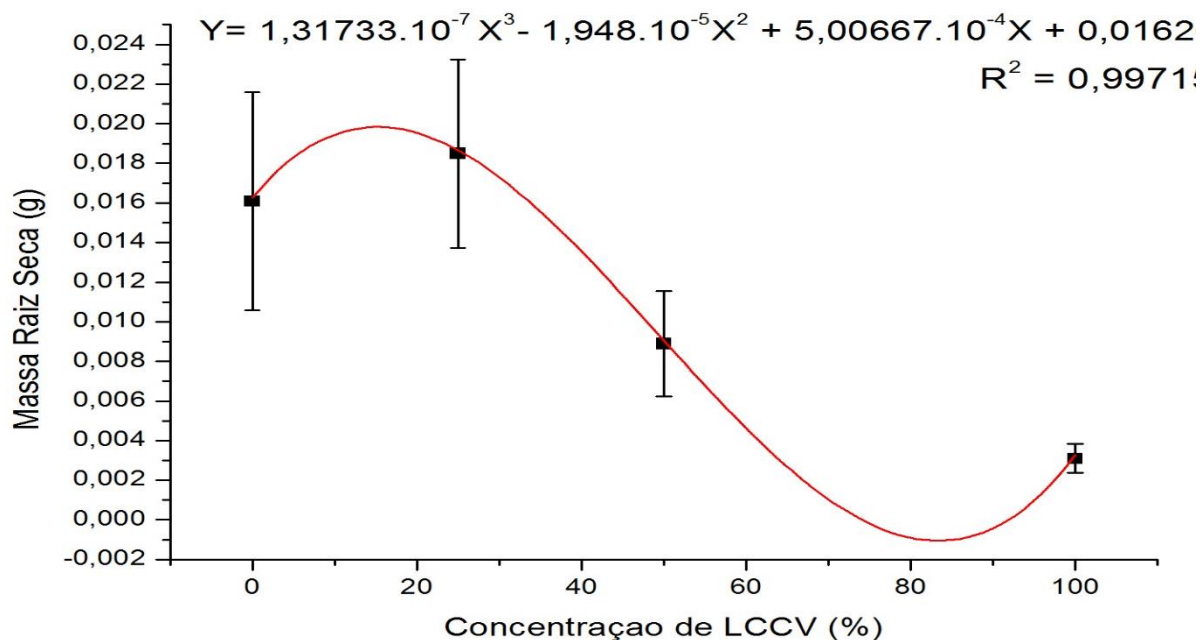


Figura 8 - Massa da raiz seca (MRS) de mudas de tomateiro em 31 dias após a semeadura (DAS) em diferentes concentrações do líquido da casca do coco verde (LCCV) com seus respectivos desvios padrões.

O tratamento a 25% ficou 14,91% acima do controle, enquanto os tratamentos a 50% e a 100% de LCCV produziram, respectivamente, 55,28% e 19,25% do

controle. A regressão indicou que a melhor concentração de LCCV para a MRS foi a 15,15%, atingindo 0,0198 g.

O sistema radicular tem sua importância, pois as mudas que contêm os maiores números de raízes finas são capazes de suportar condições ambientais adversas, resultando em maiores taxas de sobrevivência e no fortalecimento da fase de crescimento (FREITAS et al., 2005). A alta quantidade de raízes finas influencia positivamente na absorção de água e nutrientes na camada superficial, principalmente durante o período de seca, onde ocorre chuvas rápidas (LACLAU et al., 2001).

O crescimento da raiz é associado a uma alta taxa metabólica em seus tecidos, o que faz com que a mesma seja influenciada de forma mais acentuada por qualquer perturbação ambiental (ASLAM, 2017).

O teor de carbono no substrato, o pH, e os teores de Ca, Mg, K, Fe, Cu, N- NH_4^+ e NO_3^- não apresentaram correlação com o acréscimo da concentração do LCCV, enquanto o fósforo e o boro indicaram que pode haver consistência com os resultados encontrados anteriormente (Tabela 4).

Tabela 4 – Concentrações de carbono, pH, cálcio, magnésio, fósforo, potássio, sódio, boro, ferro, cobre, zinco, amônio e nitrato nos substratos utilizados, sob diferentes concentrações de LCCV.

Trat.	C (g.kg ⁻¹)	pH (aq)	Ca (mmol.c.dm ⁻³)	Mg	P	K (mg.dm ⁻³)	Na	B	Fe	Cu (mg.dm ⁻³)	Zn	NH4+ (mg mL ⁻¹)	NO3-
0%	165,40	7,00	6,23	10,51	50,9	2435,7	616,9	9,30	0,90	0,49	0,00	----	0,153
25%	160,38	6,82	4,68	7,24	49,6	2099,7	556,9	9,89	1,35	0,53	0,00	----	0,201
50%	161,78	6,93	4,41	6,56	55,2	2192,7	556,9	11,31	0,63	0,50	0,01	----	0,185
100%	180,55	7,38	4,90	6,88	65,0	2663,7	562,9	16,38	1,38	0,56	0,06	----	0,146

Fonte: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2019

Os teores de fósforo (tabela 4) no substrato, tiveram comportamento inversamente proporcional à MAF, à MAS, à MRF e à MRS (Tabela 3), porém, Valeri; Puerta; Cruz (2003) analisaram concentrações no solo entre 3 e 192 mg/dm³

em *Genipa americana*, para diferentes tipos de solos, e constatou que as concentrações máximas ainda eram favoráveis ao CPA. Doses de até 500 mg/dm³ não afetaram significativamente a massa de frutos de tomateiro (Mueller et al., 2014), logo, pode-se inferir que, nessa situação, o fósforo, não foi responsável pelos efeitos negativos causados ao crescimento das mudas.

Os teores de boro (Tabela 4) encontrados no substrato aumentaram à medida que a concentração de LCCV também cresceu, podendo ter conexão com o retardamento do crescimento das mudas, pois, a partir de 20 mg/dm³, o boro torna-se tóxico para a maioria das espécies (CARLOS, 2000).

Alguns sintomas de toxicidade do boro são: descoloração das folhas; diminuição do vigor e crescimento da muda; redução do número, tamanho e massa dos frutos (MUNTEAN, 2009). Como esse experimento tratou apenas da fase de formação de mudas de tomateiros, não se pôde verificar todos os efeitos, porém, alguns destes, foram observados, como a descoloração das folhas e diminuição do crescimento das mudas, todavia não possível afirmar que o boro foi responsável por esses efeitos.

Um dos efeitos primários causados por excesso de boro é a redução do crescimento radicular, podendo acarretar na diminuição da massa da planta (TURAN et al., 2009), efeito este, constatado neste experimento (Tabela 3). A toxicidade por boro afeta também a taxa fotossintética, embora o mecanismo ainda não esteja claro, causando a necrose da borda das folhas (FANG, 2011).

Independente do parâmetro causador dos efeitos negativos na espécie analisada, o LCCV por si só já não pode ser despejado *in natura* no meio ambiente seguindo o padrão de lançamento do Conama 430/2011. Dentre alguns parâmetros excedentes estão: o pH inferior a 5,0; o ferro muito acima dos 15 mg/L permitidos; o nitrogênio amoniacal total superior aos 20 mg/L.

Como este trabalho trata-se de uma primeira análise acerca do tema, foram escolhidos pontos que abrangesse mínimas e máximas concentrações, porém, deixando grandes intervalos sem análise, sendo necessário um futuro experimento com concentrações próximas aos valores ótimos obtidos.

Experimento 2

As mudas que apresentavam alturas semelhantes no dia zero, passaram a ter crescimentos bem diferente a partir do momento em que o LCCV foi aplicado (Tabela 5).

Tabela 5 – Dados médios da altura da parte aérea (APA) em mm e respectivos desvios padrões

Concentração de LCCV (%)	Altura da parte aérea (mm)			
	0 dias	7 dias	14 dias	18 dias
0	55,4 ±15,0	65,8 ±16,7	83,8 ±10,6	90,8 ±9,5
100	54,0 ±8,7	59,6 ±10,1	61,8 ±8,6	70,2 ±3,1
Redução (%)	97,47	90,06	73,74	77,31

É notória a influência negativa do LCCV *in natura* também em mudas em estágios de crescimento. As mesmas partiram de uma diferença de altura de 2,53% para 22,69% em apenas 10 dias de exposição ao composto, sendo que uma das amostras do tratamento 100% estava morta na medição do 18º dia (Figura 9).



Figura 9 – Mudas de tomateiros no 18º dia após a aplicação do LCCV, com a primeira fileira horizontal contendo o tratamento 100% e a fileira de trás com 0% de LCCV

Os dados referentes à massa aérea fresca (MAF), à massa aérea seca (MAS), à massa da raiz fresca (MRF) e à massa da raiz seca (MRS), estão apresentados no Tabela 6.

Tabela 6 - Dados médios para a massa aérea fresca (MAF), massa aérea seca (MAS), massa da raiz fresca (MRF) e massa da raiz seca (MRS), em gramas e respectivos desvios padrões aos 24 dias de tratamento com LCCV.

Concentração de LCCV (%)	MAF(g)	MAS(g)	MRF(g)	MRS(g)
0	0,6356 ±0,2390	0,0547 ±0,0191	0,0549 ±0,0410	0,0111 ±0,0052
100	0,1005 ±0,1005	0,0355 ±0,0152	0,0121 ±0,0062	0,0046 ±0,0015

O tratamento a 100% produziu apenas 15,81% na MAF, 64,89% na MAS, 22,04% na MRF e 41,44% na MRS, em relação ao tratamento a 0%. Os valores obtidos mostraram que o LCCV causa danos a essa espécie mesmo após sua germinação, um novo estudo em plantas em idade adulta é indicado para determinar o efeito do LCCV em todas as etapas de desenvolvimento.

CONCLUSÃO

Até a concentração de 24%, possivelmente pelo teor de nutrientes, o LCCV causou efeitos positivos, como foi observado nos parâmetros: APA, MAF, MAS, MRF e MRS.

Os pontos ótimos para aproveitamento do LCCV na espécie analisada foram 11,11% (APA), 19,19% (MAF), 20,20% (MAS), 17,17% (MRF) e 15,15% (MRS) devendo ser feitas outras análises com concentrações que englobem estes valores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASLAM, F.; KHALIQ, A.; MATLOOB, A.; TANVEER, A.; HUSSAIN, S.; ZAHIR, Z. A. Allelopathy in agro-ecosystems: a critical review of wheat allelopathy-concepts and implications. Chemoecology. Springer. 2016.

ARAÚJO, A. M. Tratamento aneróbio do líquido da casca de coco verde utilizando reator UASB. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. 2008.

BATUGAL, P.; RAO, V. R.; OLIVER, J. editors. Coconut genetic resources. International Plant Genetic Resources Institute – Regional Office for Asia, the Pacific and Oceania (IPGRI-APO), Serdang, Selangor DE, Malaysia. 2005.

CASTELLANE, P. D.; NICOLOSI, W. M.; HASEGAWA, M. Produção de sementes de hortaliças. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1990.

CARLOS, B. Effects of boron on plants. Nevada's Horticulture Connection. University of Nevada Cooperative Extension, 2000.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA, N. 430. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Brasil. 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Beneficiamento da casca de coco verde para a produção de fibra e pó. 2012. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agroindustria-tropical/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/33/beneficiamento-da-casca-de-coco-verde-para-a-producao-de-fibra-e-po>>. Acesso em 15 dez. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro. 2 ed. 2011.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal. V. 12 (Edição Especial). 2000. 175-204 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/BC>>. Acesso em 14 dez. 2018.

FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. DE A.; PENCHEL, R. M.; LAMÔNICA, K. R.; FERREIRA, D. DE A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. Sociedade de Investigações Florestais. Viçosa. V. 29. N. 6. 2005. 853-861 p.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs. Brasília. 2014.

GUNN, B. F.; BAUDOUIN, L.; OLSEN, K. M. Independent origins of cultivated coconut (*Cocos nucifera* L.) In the old world tropics. PLoS ONE 6(6): e21143. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro. 2007.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA. Tomate. Vitória. 2010.

LACLAU, J-P.; ARNAUD, M.; BOUILLET, J-P.; RANGER, J. Spatial distribution of Eucalyptus roots in a deep sandy soil in the Congo: relationships with the ability of the stand to take up water and nutrientes. Tree Physiology 21. Victoria, Canada. 2001. 129–136 p.

LEITÃO, R. C. Tratamento biológico do líquido da casca do coco-verde. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2010.

LEITE, P. R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

MARTINS, C. R.; JÚNIOR, L. A. de J. Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: panorama 2014. Aracaju: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2014.

MATIAS, R.; ROSA, A. C.; OLIVEIRA, A. K. M.; PEREIRA, K. C. L.; RIZZI E. S.; MACHADO, A. A. Cashew nut shell liquid and formulation: toxicity during the germination of lettuce, tomato seeds and coffee senna and seedling formation. Acta Scientiarum. Agronomy. Maringá. V. 39. N. 4. 2017 p. 487-495.

MATTOS, A. L. A. et al.; Beneficiamento da casca de coco verde. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2007.

MUELLER, S.; WAMSER, A. F.; SUZUKI, A.; BECKER, W. F. Produtividade de tomate em função de doses de fósforo. Revista Agropecuária Catarinense, v. 27. 2015. 89-93 p.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P. DE; ARAÚJO, E. DE L. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. Revista Química Nova. Recife. v. XXVIII, No. 5. 2005.

MUNTEAN, D.W.; boron, the overlooked essential element. Soil and plant laboratory Inc. P.O Box 1648 Bellevue, WA 98009. 2009.

NOZELLA, E. F.; Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes. Piracicaba: Universidade de São Paulo. 2001.

POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. Lei nº 12.305. Brasília: Câmara dos Deputados. 2 ed. 2012.

REMADE. Líquido da casca de coco verde pode ser transformado em biocelulose, mostra pesquisa. 2011. Disponível em <<http://www.remade.com.br/noticias/9470/liquido-da-casca-de-coco-verde-pode-ser-transformado-em-biocelulose--mostra-pesquisa>>. Acesso em 18 Dez. 2018.

SANTOS, P. H. A. D.; Melhoramento genético do coqueiro (*Cocos nucifera* L.): capacidade combinatória e diversidade genética via rad-sequencing. Tese – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes. 2016.

SIQUEIRA, L. A.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A.. A introdução do coqueiro no Brasil. Importância histórica e agronômica. Aracaju: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2002.

TEIXEIRA, R. B.; Fermentação alcoólica utilizando líquido da casca de coco verde como fonte de nutrientes. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2007.

TURAN, M.; TABAN, N.; TABAN, S. Effect of calcium on the alleviation of boron toxicity and localization of boron and calcium in cell wall of wheat. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. V. 37 (2). 2009. 99–103 p.

VALERI, S. V.; PUERTA, R.; CRUZ, M. C. P. Efeitos do fósforo no solo no desenvolvimento inicial em *Genipa americana* L. Scientia Forestalis, n. 64. 2003. 69-77 p.

VANZOLINI, S.; ARAKI, C. A. dos S.; SILVA, A. C. T. M.; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. Revista Brasileira de Sementes, v. 29 (2). 2007. 90-96 p.